

## FUEL CELL SYSTEM

Publication number: JP2002184443

Publication date: 2002-06-28

Inventor: KAWAI TOSHIYUKI; SAITO TOMOHIRO; OKAMOTO KUNIO

Applicant: DENSO CORP

Classification:

- international: H01M8/00; H01M8/04; H01M8/00; H01M8/04; (IPC1-7): H01M8/04; H01M8/00

- european:

Application number: JP20000382417 20001215

Priority number(s): JP20000382417 20001215

Report a data error here

### Abstract of JP2002184443

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system providing a maximum amount of power generated with each supply of hydrogen, and capable of preventing an overdischarge caused by a voltage drop even if cells constituting the fuel cell have different voltage characteristics. **SOLUTION:** A voltage adjustment means 24 performs voltage control so that the output voltage of each cell 10a constituting the fuel cell 10 attains a target voltage  $V_{Bo}$  at which the amount of power generated by the fuel cell 10 with a prescribed supply of hydrogen is maximized. If the output voltages of the cells 10a constituting the fuel cell 10 are different, the voltage control is carried out so that the output voltage of each cell 10a attains a corrected target voltage  $V_{Bo}'$  obtained by adding to the target voltage  $V_{Bo}$  a voltage difference  $\Delta V$  between an average cell voltage  $V_{Ba}$  and the lowest cell voltage  $V_{Bm}$  that is the lowest value.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(43)公開日 平成14年6月28日(2002.6.28)

テーマト\* (参考)

8/00

P 5H027

A

**Z**

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-382417(P2000-382417)

(22) 出願日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 河合 利幸

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 齋藤 友宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

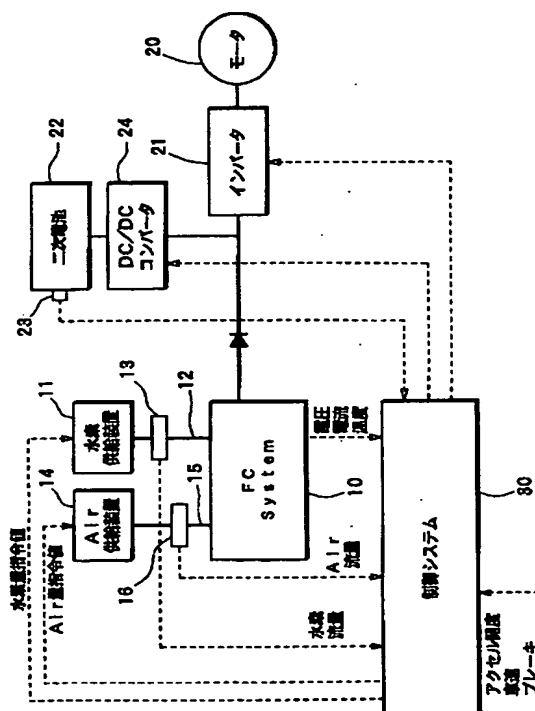
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 そのときどきの水素供給量における最大限の発電電力が得られ、さらに、燃料電池を構成する各セルの電圧特性がばらついた場合でも電圧低下による過放電を防止できる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 電圧調整手段 24 により、燃料電池 10 を構成するセル 10a の出力電圧が所定水素供給量において燃料電池 10 の発電量が最大となる目標電圧  $V_{Bo}$  となるように電圧制御を行う。燃料電池 10 を構成しているセル 10a の出力電圧にばらつきがある場合には、10セル 10a の出力電圧が、目標電圧  $V_{Bo}$  に平均セル電圧  $V_{Ba}$  と最低値である最低セル電圧  $V_{Bm}$  との電圧差  $\Delta V$  を加えた修正目標電圧  $V_{Bo}'$  となるように電圧制御を行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素と酸素の供給により電力を発生する燃料電池（10）を備え、負荷（20）に電力を供給するとともに前記負荷（20）の要求電力量に応じて前記燃料電池（10）に対する水素供給量を変更する燃料電池システムであって、  
前記燃料電池（10）の出力電圧を制御する電圧調整手段（24）と、  
前記電圧調整手段（24）により前記燃料電池（10）を構成するセル（10a）の出力電圧が所定セル電圧と 10 なるように電圧制御を行う制御手段（30）とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記所定セル電圧は、所定水素供給量において前記燃料電池（10）の発電量が最大となる目標電圧（VB<sub>o</sub>）であることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 前記燃料電池（10）を構成しているすべてのセル（10a）あるいは前記燃料電池（10）を構成しているセル（10a）のうち選択された複数個のセルの出力電圧を検出する電圧検出手段（17）を備 20 え、  
前記所定セル電圧は、前記目標電圧（VB<sub>o</sub>）に前記電圧検出手段（17）により検出した前記セル出力電圧の平均値である平均セル電圧（VB<sub>a</sub>）と最低値である最低セル電圧（VB<sub>m</sub>）との電圧差（ΔV）を加えた修正目標電圧（VB<sub>o'</sub>）であることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記燃料電池（10）の出力電流を検出する電流検出手段（18）と、前記燃料電池（10）と並行に接続された 2 次電池（22）と、前記 2 次電池 30 （22）が供給することができる供給可能電力を検出する充電量検出手段（23）とを備え、  
前記修正目標電圧（VB<sub>o'</sub>）と前記電流検出手段（18）にて検出した出力電流（IB）とに基づいて、現在の水素供給量における前記燃料電池の発電可能電力量（P<sub>max'</sub>）を算出し、  
前記負荷（20）の要求電力量（P<sub>o</sub>）が前記発電可能電力量を超える場合には、前記負荷（20）の要求電力量（P<sub>o</sub>）に対して前記発電可能電力量で不足する電力量を 2 次電池負担電力（P<sub>batt</sub>）として前記 2 次電池 40 （22）から前記負荷（30）に供給するように構成されており、  
前記 2 次電池負担電力（P<sub>batt</sub>）が前記充電量検出手段（23）で検出した前記 2 次電池（22）の供給可能電力より大きい場合には、前記要求電力量（P<sub>o</sub>）を前記発電可能電力量に前記供給可能電力量を加えた値に修正することを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びボートブル発電器等の移動体に適用して有効である。

【0002】

【従来の技術】従来より、水素と酸素（空気）との電気化学反応を利用して発電を行い、負荷に電力を供給する燃料電池システムが知られている。例えば、電気自動車に搭載される燃料電池システムでは、車両の走行パターンに応じて燃料電池の発電電力を変更させる必要がある。具体的には、燃料電池システムの制御装置により、車両走行に必要な電力を発電するために必要な水素量および酸素量を算出し、燃料電池に供給されるガス流量が必要流量になるように、水素供給装置および空気供給装置に指令が出力され、流量制御が行われる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、流量制御を行っても燃料電池に供給されるガス流量が必要な流量に至るまでに数秒程度の遅れがあるため、燃料電池の出力が走行必要電力に至るまでに若干の遅れが生じる。一方、現状の燃料電池システムでは、燃料電池の発電量がそのときどきの水素供給量に対して最大限の発電量となるように制御は行われていない。

【0004】また、燃料電池は構成単位であるセルが複数積層されたスタック構造となっており、電気化学反応で発生した水分の凝縮による有効電極面積の減少等により各セルに均等に水素が供給されなくなることがある。各セルは電氣的に直列接続されており各セルには同じ電流が流れるため、セル間で電圧分布が生じると最も電圧が低いセルが 0V 以下まで到達して過放電することがある。過放電の状態では大きな電流を流し続けると、セルを構成している電解質膜が破損するという問題がある。

【0005】本発明は、上記問題点に鑑み、そのときどきの水素供給量における最大限の発電電力が得られる燃料電池システムを提供することを第 1 の目的とし、さらに、燃料電池を構成する各セルの電圧特性がばらついた場合でも、電圧低下による過放電を防止できる燃料電池システムを提供することを第 2 の目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、水素と酸素の供給により電力を発生する燃料電池（10）を備え、負荷（20）に電力を供給するとともに前記負荷（20）の要求電力量に応じて燃料電池（10）に対する水素供給量を変更する燃料電池システムであって、燃料電池（10）の出力電圧を制御する電圧調整手段（24）と、電圧調整手段（24）により燃料電池（10）を構成するセル（10a）の出力電圧が所定セル電圧となるように電圧制御を行う制御手段（30）とを備えることを特徴としている。

3

【0007】燃料電池（10）では、供給される水素量に関わらず、そのときどきの水素量に対する発電電力が最大となるように発電電力を制御したときに、燃料電池（10）の電圧は所定値（VB<sub>o</sub>）となる。このため、請求項1のように、燃料電池（10）の出力電圧を定電圧制御を行うという簡単な手法で、そのときどきの水素供給量における燃料電池（10）の発電電力を最大限にすることが可能となる。

【0008】燃料電池（10）を構成するセル間で出力電圧にばらつきがなければ、所定セル電圧は、請求項21に記載の発明のように、所定水素供給量において前記燃料電池（10）の発電量が最大となる目標電圧（VB<sub>o</sub>）とすることができる。

【0009】また、請求項3に記載の発明では、燃料電池（10）を構成しているすべてのセル（10a）あるいは燃料電池（10）を構成しているセル（10a）のうち選択された複数個のセルの出力電圧を検出する電圧検出手段（17）を備え、所定セル電圧は、目標電圧（VB<sub>o</sub>）に電圧検出手段（17）により検出したセル出力電圧の平均値である平均セル電圧（VB<sub>a</sub>）と最低20値である最低セル電圧（VB<sub>m</sub>）との電圧差（ΔV）を加えた修正目標電圧（VB<sub>o</sub>'）であることを特徴としている。

【0010】これにより、燃料電池（10）を構成するセル間で出力電圧のばらつきがある場合には、電圧が低下したセル（10a）の過放電を防止することができる。

【0011】また、請求項4に記載の発明では、燃料電池（10）の出力電流を検出する電流検出手段（18）と、燃料電池（10）と並行に接続された2次電池（232）と、2次電池（22）が供給することができる供給可能電力を検出する充電量検出手段（23）とを備え、修正目標電圧と電流検出手段（18）により検出した出力電流とに基づいて、現在の水素供給量における燃料電池の発電可能電力量を算出し、負荷（20）の要求電力量（P<sub>o</sub>）が発電可能電力量を超える場合には、負荷（20）の要求電力量（P<sub>o</sub>）に対して発電可能電力量で不足する電力量を2次電池負担電力（P<sub>batt</sub>）として2次電池（22）から負荷（30）に供給するように構成されており、2次電池負担電力（P<sub>batt</sub>）が40充電量検出手段（23）で検出した2次電池（22）の供給可能電力より大きい場合には、要求電力量（P<sub>o</sub>）を発電可能電力量に供給可能電力量を加えた値に修正することを特徴としている。

【0012】このように、2次電池負担電力（P<sub>batt</sub>）が2次電池（22）の供給可能電力より大きい場合には走行目標電力（P<sub>o</sub>）を修正することにより、2次電池（22）の保護を図ることができる。

【0013】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すも50

4

のである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した実施形態を図1～図6に基づいて説明する。本実施形態は、本発明の燃料電池システムを電気自動車に適用したものである。

【0015】図1は、本実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムには、燃料電池（FCスタック）10、2次電池22、DC/DCコンバータ（電圧調整手段）24、制御部（ECU）30等が設けられ、車両走行用モータ（負荷）20に電力供給するように構成されている。

【0016】FCスタック10は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、電解質膜が一对の電極で挟まれたセルが多数積層されたスタック構造となっている。FCスタック10の負極側には水素供給部11より水素供給通路12を介して水素が供給され、正極側には空気供給部14より空気供給通路15を介して空気（酸素）が供給されるように構成されている。FCスタック10では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり電気エネルギーが発生する。

（負極側） $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

（正極側） $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

水素供給通路12にはFCスタック10に供給される水素量Hを検出する水素流量検出装置13が設けられており、空気供給通路15にはFCスタック10に供給される空気量Oを検出する空気流量検出装置16が設けられている。水素流量検出装置15および空気流量検出装置16は、それぞれのセンサ信号を制御部30に出力する。

【0017】図2はFCスタック10の拡大略図を示している。図2に示すようにFCスタック10を構成する各セル10aは電気的に直列接続されている。FCスタック10には、FCスタック10を構成するセル10aの出力電圧値VBを検出する電圧センサ（電圧検出手段）17と出力電流値IBを検出する電流センサ（電流検出手段）18が設けられている。電圧センサ17は、FCスタック10を構成する各セル10aの電圧VB<sub>1</sub>～VB<sub>n</sub>を検出できるように構成されている。電圧センサ17および電流センサ18は、それぞれのセンサ信号を制御部30に出力する。制御部30では、セル電圧VB<sub>1</sub>～VB<sub>n</sub>の平均値である平均セル電圧VB<sub>a</sub>およびセル電圧VB<sub>1</sub>～VB<sub>n</sub>の最低値である最低セル電圧VB<sub>m</sub>が求められる。

【0018】ここで、図3に基づいてFCスタック10における水素供給量と出力特性との関係について説明する。図3（a）はFCスタック10に対する水素供給量を一定にした場合の電流－電圧特性IV1～IV4を示しており、図3（b）はFCスタック10に対する水素

5

供給量を一定にした場合の電力-電流特性  $IP1 \sim IP3$  を示している。 $IV1$  と  $IP1$ 、 $IV2$  と  $IP2$ 、 $IV3$  と  $IP3$  はそれぞれ同じ水素供給量となっている。なお、図3(a)中の曲線はFCスタック10の出力電力が等しくなる等電力曲線である。図3(a)中の電流-電圧特性  $IV1 \sim IV4$  を延長した見かけ上の開放電圧を理論開放電圧  $V_o$  とする。

【0019】図3(a)に示すように水素供給量が一定の場合には、電流-電圧特性  $IV1 \sim IV4$  は直線状となる。また、図3(b)に示すように水素供給量が一定10の場合には、電力-電流特性  $IP1 \sim IP3$  は放物線状となる。従って、ある定められた水素流量に対して電力特性がピークとなるように、すなわち発電量が最大になるように制御を行うのが最も発電効率がよいことが分かる。

【0020】図3(a)および図3(b)より、電流-電圧特性  $IV1 \sim IV4$  がピークとなるのは、電流-電圧特性  $IV1 \sim IV4$  が等電力曲線と接しているときであり、そのときの電圧値はいずれの水素流量でもほぼ一定値 ( $VBo$ ) となる。従って、FCスタック10を構成する各セル10aの平均電圧  $VBa$  を目標電圧  $VBo$  に保つように電圧制御すれば、常にそのときどきの水素流量における最大効率で発電させることが可能となる。

【0021】目標電圧  $VBo$  は予め設定しておく。目標電圧  $VBo$  は燃料電池の種類等によって可変する値であり、目標電圧  $VBo = \text{理論開放電圧 } V_o / 2$  で得られる。本実施形態では目標電圧  $VBo = 0.7V$  と設定する。

【0022】図4は、FCスタック10に対する水素供給量を一定にしたときの電流-電圧特性のばらつきを示30している。 $IV10$  はFCスタック全体のセル10aの平均電圧におけるセル電流-電圧特性を示し、 $IV10'$  は最も電圧が低いセル10aにおける電流-電圧特性を示している。同様に、 $IV20$  および  $IV20'$  は水素量がより多い場合の電流-電圧特性のばらつきを示している。

【0023】図4に示すように、FCスタック10を構成する各セル10aに対して均等に水素が供給されない等の理由により、水素供給量が一定であってもセル間で出力電圧がばらつく場合がある。このような場合、各セル10aは電気的に直列接続されているため、最低セル電圧  $Vbm1$ 、 $Vbm2$  が  $0V$  以下となった場合には過放電を生じるおそれがある。

【0024】これを防止するために、本実施形態では最低セル電圧  $Vbm1$ 、 $Vbm2$  が目標電圧  $VBo$  となるように電圧制御を行う。このとき、例えば  $IV10$  では平均セル電圧  $VBa1$  は目標電圧  $VBo$  から  $\Delta V1 (= VBa1 - Vbm1)$  だけシフトしている。従って、セルの過放電を防止するためには、各セル10aの平均電圧  $VBa$  が、修正後の修正目標電圧  $VBo' = VBo + 50$

6

$\Delta V1$  となるように電圧制御すればよいことがわかる。

【0025】FCスタック10にて発生した直流電力は、インバータ21で交流電流に変換され走行用モータ20に供給される。これにより、モータ20は車輪駆動力を発生させ車両を走行させる。また、本実施形態の燃料電池システムでは、2次電池(バッテリー)22がFCスタック10と電気的に並列接続されており、FCスタック10とともに2次電池22からもモータ20に電力を供給するように構成されている。2次電池22としては、例えば一般的な鉛蓄電池を用いることができる。2次電池22には、2次電池22の充電量(SOC)を検出するSOCセンサ23が設けられており、制御部30にSOC信号を出力する。

【0026】FCスタック10と2次電池22とを並列に接続してモータ20に電力供給する場合、両者の電位を等しくする必要がある。そこで、本実施形態では2次電池22側に電圧変換を行うDC/DCコンバータ24を設け、FCスタック10と2次電池22の電圧が同じになるように、DC/DCコンバータ24にて電圧変換を行っている。このような構成により、FCスタック10と2次電池22とで、モータ20への電力供給分担を行うことができる。

【0027】本実施形態の燃料電池システムでは、車両走行に必要な走行目標電力  $P_o$  に対してFCスタック10からの電力で不足する場合には、2次電池22より不足分の電力が供給(放電)される。また、走行目標電力  $P_o$  に対してFCスタック10からの電力が余剰する場合には、2次電池22に余剰分の電力が蓄積(充電)される。

【0028】本実施形態の燃料電池システムには、各種制御を行う制御部30が設けられている。制御部30には、FCスタック10への水素供給量および空気供給量、FCスタック10の出力電圧  $VB$  および出力電流  $IB$ 、SOC信号、アクセル開度、車速等が入力され、水素供給部11、空気供給部14、インバータ21、DC/DCコンバータ24に制御信号を出力するように構成されている。

【0029】以下、本第1実施形態の燃料電池システムの作動を図5、図6に基づいて説明する。図5はFCスタック10の電圧-電流特性を示す特性図であり、図6は制御部30が行う制御手順を示すフローチャートである。

【0030】まず、アクセル開度、車速等の信号と車重等の車両諸元に基づいて走行に必要な走行目標電力  $P_o$  を算出する(ステップS10)。本実施形態では、走行目標電力  $P_o$  を例えば  $160W/\text{セル}$  とする。

【0031】次に、電圧センサ17および電流センサ18により、FCスタック10の現在の出力電圧  $VB$  および出力電流  $IB$  を検出する(ステップS11)。このとき、FCスタック10を構成するセル10aの平均セル

7

電圧  $V_{Ba}$  と最低セル電圧  $V_{Bm}$  が求められる。

【0032】次に、FCスタック10の現在の出力電圧  $V_B$  および出力電流  $I_B$  から、現在の水素流量でFCスタック10が発電可能な最大電力  $P_{max}$  を算出する（ステップS12）。具体的には、図5において平均セル電圧  $V_{Ba}$  および電流  $I_B$  が電流-電圧特性  $I-V$  上に存在するとすれば、電流-電圧特性  $I-V$  が目標電圧  $V_{Bo}$  に到達したときの電力値がFCスタック10の発電可能電力  $P_{max}$  となる。

【0033】次に、平均セル電圧  $V_{Ba}$  と最低セル電圧  $V_{Bm}$  との電圧差  $\Delta V$  を、 $\Delta V = V_{Ba} - V_{Bm}$  で算出する（ステップS13）。本実施形態では、最低セル電圧  $V_{Bm}$  が目標電圧  $V_{Bo}$  となるように電圧制御が行われる。従って、後述のステップS21では、平均セル電圧  $V_{Ba}$  が目標電圧  $V_{Bo}$  に  $\Delta V$  を加えた修正目標電圧  $V_{Bo'}$  になるように電圧制御が行われる。このとき、FCスタック10の発電可能電力は、電圧  $V_{Bo}$  における発電可能電力  $P_{max}$  から電圧  $V_{Bo'}$  における発電可能電力  $P_{max'}$  となる。

【0034】なお、図4に示すように平均セル電圧  $V_{Ba}$  と最低セル電圧  $V_{Bm}$  との差  $\Delta V$  は電流値によって異なる。従って、 $\Delta V$  は最低セル電圧  $V_{Bm}$  が目標電圧  $V_{Bo}$  であるときの平均セル電圧  $V_{Ba}$  と最低セル電圧  $V_{Bm}$  との電圧差であることが望ましいが、必ずしも最低セル電圧  $V_{Bm}$  が目標電圧  $V_{Bo}$  となっていない場合もある。しかし、本実施形態の制御を繰り返し行うことにより、最低セル電圧  $V_{Bm}$  が目標電圧  $V_{Bo}$  に近づいていくため、 $\Delta V$  も最低セル電圧  $V_{Bm}$  が目標電圧  $V_{Bo}$  であるときの平均セル電圧  $V_{Ba}$  と最低セル電圧  $V_{Bm}$  との電圧差に近づいていくこととなる。

【0035】次に、以下のステップS14～ステップ17で、FCスタック10の出力電力が、修正目標電圧  $V_{Bo'}$  において走行目標電力  $P_o$  となるように水素流量制御が行われる。

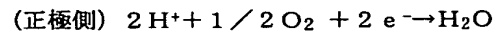
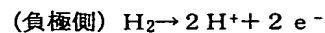
【0036】まず、FCスタック10が走行目標電力  $P_o$  を出力するために必要となる電流  $I_B$  の増減分  $\Delta I_B$  を算出する（ステップS14）。具体的には、FCスタック10の発電電力を、修正目標電圧  $V_{Bo'}$  における発電可能電力  $P_{max'}$  から走行目標電力  $P_o$  まで推移させるために必要となる電流  $I_B$  の増減分  $\Delta I_B$  を、 $\Delta I_B = (P_o - P_{max'}) / (V_{Bo} + \Delta V)$  で算出する。

【0037】次に、電流  $\Delta I_B$  に対応する水素供給量の増減分  $\Delta H$  および空気供給量（酸素量）の増減分  $\Delta O$  を算出する（ステップS15）。FCスタック10から取り出すことのできる電流は水素供給量に比例しているので、 $\Delta I_B$  から電気化学的に変換することで求めることができる。

【0038】ここで、電流  $\Delta I_B$  を出力するために必要な水素量  $\Delta H$ （モル/秒）および酸素量  $\Delta O$ （モル/

8

秒）の算出について説明する。FCスタック10を構成する各セル10aでは、以下の電気化学反応が起こり電流が発生する。



そして、FCスタック10の各セルでは、水素1モル/秒および酸素0.5モル/秒から取り出せる電流は  $2 \times 96500 A$  であり、これにセルの積層数を乗じた値がFCスタック10全体から取り出せる電流である。従って、目標電流値  $\Delta I_B$  を出力するために必要な水素量  $\Delta H$ （モル/秒）および酸素量  $\Delta O$ （モル/秒）は、以下の数式から求めることができる。但し、 $\lambda_{H_2}$ ：水素過剰率、 $\lambda_{O_2}$ ：酸素過剰率とする。

【0039】必要水素量  $\Delta H$  は、 $2 \times 96500 \times (\Delta H / \lambda_{H_2}) = \Delta I_B$  となり、従って  $\Delta H = (\Delta I_B \times \lambda_{H_2}) / (2 \times 96500)$  となる。また、必要酸素量  $\Delta O$  は、 $2 \times 96500 \times 2 \times (\Delta O / \lambda_{O_2}) = \Delta I_B$  となり、従って  $\Delta O = (\Delta I_B \times \lambda_{O_2}) / (4 \times 96500)$  となる。

【0040】次に、現在の水素供給量  $H$  および空気供給量  $O$  を検出し、これらに増減分  $\Delta H$ 、 $\Delta O$  を加算することにより、目標水素供給量  $H'$  および目標空気供給量  $O'$  を、 $H' = H + \Delta H$  および  $O' = O + \Delta O$  で算出する（ステップS16）。

【0041】次に、FCスタック10に対する水素供給量が目標水素量  $H'$  となるように水素供給部11の流量制御を行う（ステップS17）。同様に、FCスタック10に対する空気供給量が目標空気量  $O'$  となるように空気供給部14の流量制御を行う。

【0042】以上のステップS14～ステップ17で、FCスタック10の出力電力が、修正目標電圧  $V_{Bo'}$  において走行目標電力  $P_o$  となるように水素流量制御が行われるが、実際に水素流量が増加してFCスタック10の出力が変動するまでに若干遅れがある。そこで、以下のステップS18～ステップS22で、現在の水素供給量においてFCスタック10の発電量が最大となるように電力分配制御が行われる。

【0043】まず、2次電池22で負担する負担電力  $P_{batt}$  を、 $P_{batt} = P_o - P_{max'}$  で算出する（ステップS18）。走行目標電力  $P_o$  に対して現在の水素流量におけるFCスタック10の発電可能電力  $P_{max'}$  で不足する場合は、2次電池22より不足分の電力が供給され、走行目標電力  $P_o$  に対して発電可能電力  $P_{max'}$  で余剰する場合は、2次電池22に余剰分の電力が充電される。

【0044】次に、SOCセンサ23にて2次電池22の充電量（SOC）を検出し、2次電池22の供給可能電力（充電量）で2次電池負担電力  $P_{batt}$  を負担できるか否かを判定する（ステップS19）。すなわち、予め設定されているSOCと負担可能電力マップから判

9

定する。

【0045】この結果、2次電池22の充電量で2次電池負担電力 $P_{batt}$ を負担できない場合には、走行目標電力 $P_o$ を、FCスタック10の発電可能電力 $P_{max'}$ に2次電池22で負担できる電力を加えた電力に修正する（ステップS20）。修正後の走行目標電力 $P_{o'}$ は、 $P_{o'} = P_{max'} + P_{batt}$ で得られる。

【0046】次に、電力分配制御を行う（ステップS21）。FCスタック10側は $P_{max'}$ で発電し、2次電池22側は2次電池負担電力 $P_{batt}$ を出力するようDC/DCコンバータ24にて電力分配制御が行われる。このとき、FCスタック10の平均セル電圧 $V_{Ba}$ は、修正目標電圧 $V_{Bo'}$ となるように電圧制御される。

【0047】次に、走行モータ20を駆動するインバータ21が走行目標電力 $P_{o'}$ で駆動するようにインバータ制御を行う（ステップS22）。

【0048】以下、上記ステップS10～S22が繰り返し行われる。

【0049】このように本実施形態の燃料電池システム20によれば、水素供給量に対して電圧が低下したセル10aの過放電を防止し、かつ、供給された水素量に対するFCスタック10の発電効率を最大限にコントロールしながら2次電池22とFCスタック10の電力分配制御

10

を行うことが可能となる。

【0050】また、2次電池負担電力 $P_{batt}$ が2次電池22の供給可能電力より大きい場合には、走行目標電力 $P_o$ を修正することにより、2次電池22の保護を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概念図である。

【図2】図1の燃料電池システムのFCスタック10の拡大概念図である。

【図3】FCスタックを構成するセルの出力電圧、出力電流、出力電力の関係を示す特性図である。

【図4】FCスタックを構成するセルの出力電圧、出力電流、出力電力の関係を示す特性図である。

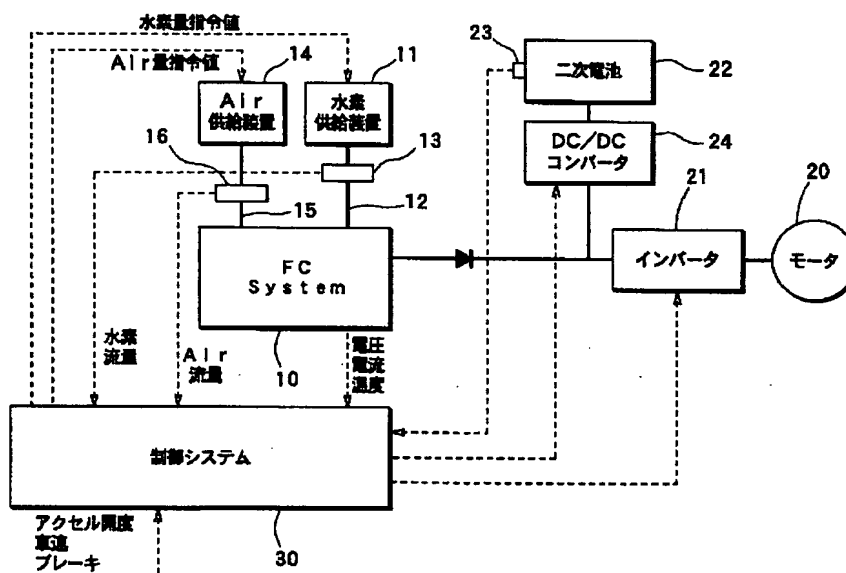
【図5】FCスタックを構成するセルの出力電圧、出力電流、出力電力の関係を示す特性図である。

【図6】上記実施形態の燃料電池システムの制御手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10…FCスタック（燃料電池）、17…電圧センサ（セル電圧検出手段）、20…走行用モータ（負荷）、21…インバータ、22…2次電池、23…SOCセンサ、24…DC/DCコンバータ（電圧調整手段）、30…制御部。

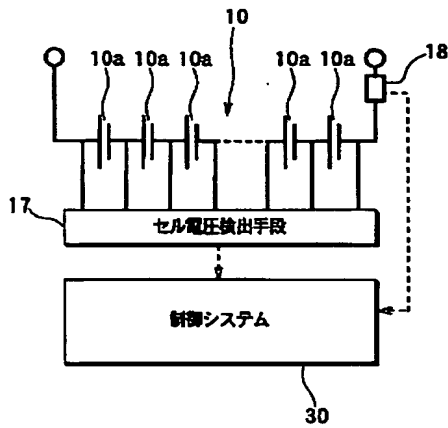
【図1】



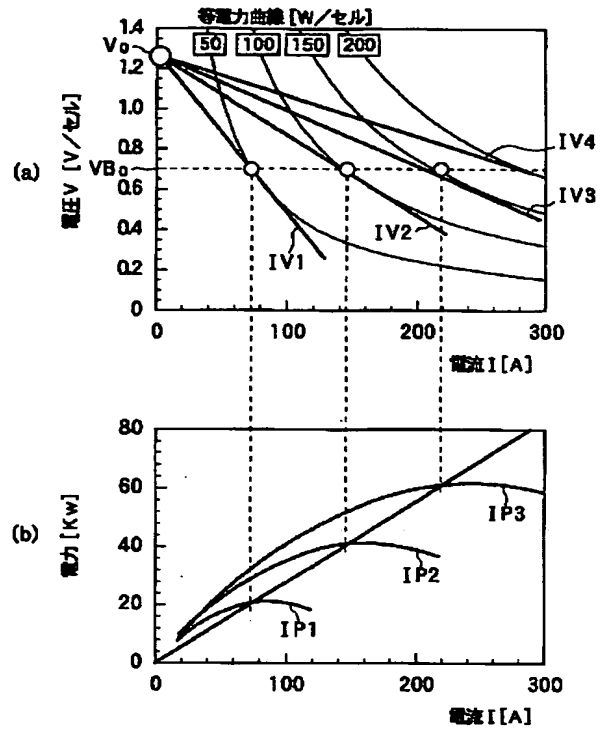
BEST AVAILABLE COPY



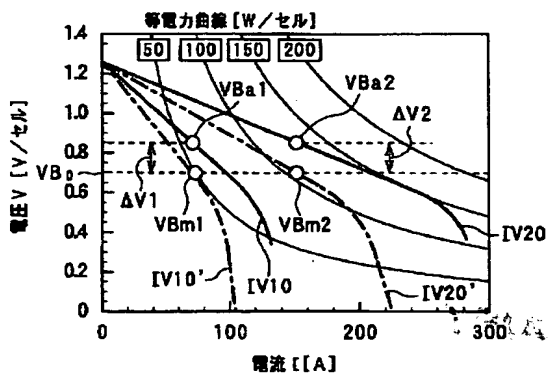
【図 2】



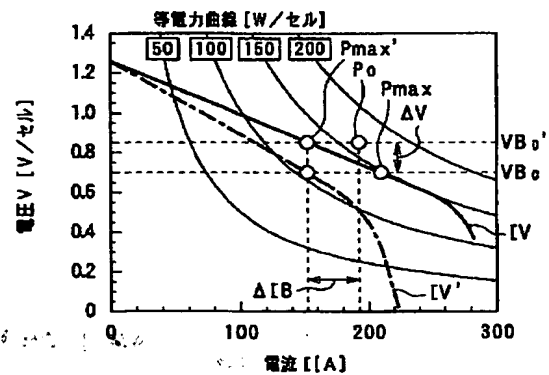
【図 3】



【図 4】

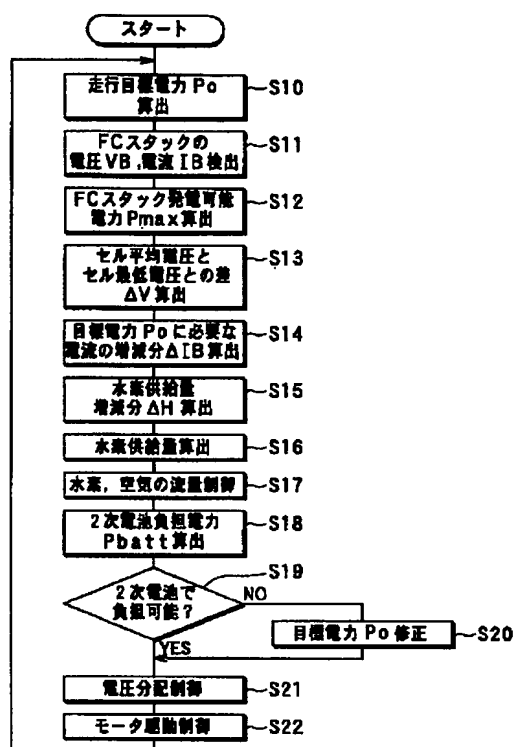


【図 5】



BEST AVAILABLE COPY

【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 邦夫  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
社デンソー内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA01 DD03 KK51 KK54  
MM09 MM26

BEST AVAILABLE COPY